





(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-243224

(43)公開日 平成11年(1999) 9月7日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 31/042

識別記号

F I

H 0 1 L 31/04

C

審査請求 未請求 請求項の数39 O L (全 23 頁)

(21)出願番号 特願平10-335077

(22)出願日 平成10年(1998)11月26日

(31)優先権主張番号 特願平9-359825

(32)優先日 平 9 (1997)12月26日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 竹山 祥史

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 林 芳光

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 草薨 正幸

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 渡辺 敬介 (外1名)

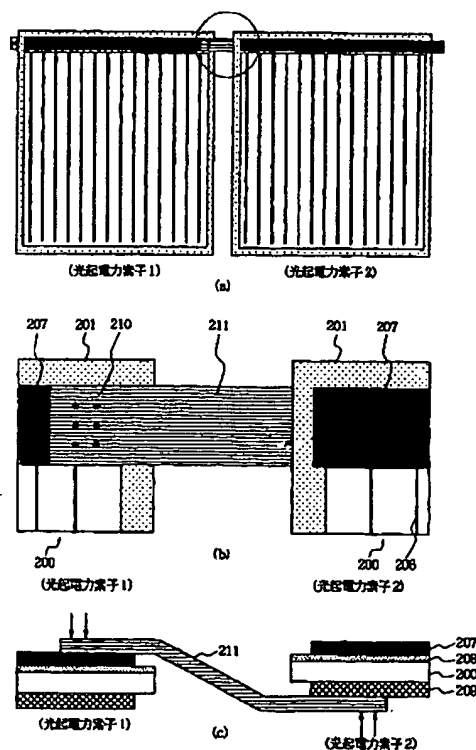
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光起電力素子モジュール及びその製造方法並びに非接触処理方法

(57)【要約】

【課題】 歩留りが良く、自動化の容易な、光起電力素子群の電氣的接続方法を提供する。

【解決手段】 少なくとも2つ以上の光起電力素子を電氣的に接続する際に、前記光起電力素子の電氣的接続部に波長0.4～2.0μmの光を少なくとも10%以上吸収する媒体を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも2つ以上の光起電力素子が電氣的に接続された光起電力素子モジュールにおいて、前記光起電力素子の電氣的接続部に、波長0.4～2.0  $\mu\text{m}$ の光を少なくとも10%以上吸収する媒体を有することを特徴とする光起電力素子モジュール。

【請求項2】 前記光起電力素子が導電性基板と半導体層とを少なくとも有することを特徴とする請求項1記載の光起電力素子モジュール。

【請求項3】 前記媒体が有色インクである請求項1又は2に記載の光起電力素子モジュール。

【請求項4】 前記媒体が厚さ5～30  $\mu\text{m}$ のフィルムであることを特徴とする請求項1又は2に記載の光起電力素子モジュール。

【請求項5】 前記媒体がFe、Ni、半田から選ばれる少なくとも一種からなることを特徴とする請求項1又は2に記載の光起電力素子モジュール。

【請求項6】 前記媒体が波長1.06  $\mu\text{m}$ のレーザー光を10%以上吸収することを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の光起電力素子モジュール。

【請求項7】 前記電氣的接続部において、前記光起電力素子のそれぞれに設けられた金属体同士が電氣的に接続されていることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の光起電力素子モジュール。

【請求項8】 前記金属体が金、銀、銅、ステンレス、アルミニウムのうち少なくとも一つが主成分であることを特徴とする請求項7記載の光起電力素子モジュール。

【請求項9】 少なくとも2つ以上の光起電力素子を電氣的に接続する工程を有する光起電力素子モジュールの製造方法において、

該工程が、第一の光起電力素子の一部に波長0.4～2.0  $\mu\text{m}$ の光を少なくとも10%以上吸収する媒体を設け、該媒体に0.4～2.0  $\mu\text{m}$ のレーザー光を照射することによって、該第一の光起電力素子と第二の光起電力素子とを電氣的に接続する工程であることを特徴とする光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項10】 前記媒体が、有色インクである請求項9記載の光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項11】 前記媒体が厚さ5～30  $\mu\text{m}$ のフィルムであることを特徴とする請求項9記載の光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項12】 前記媒体がFe、Ni、半田から選ばれる少なくとも一種からなることを特徴とする請求項9記載の光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項13】 前記光起電力素子の電極部に金属体を設け、該金属体表面に前記媒体を設けることを特徴とする請求項9～11のいずれかに記載の光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項14】 少なくとも2つ以上の光起電力素子を電氣的に接続する工程を有する光起電力素子モジュール

の製造方法において、

該光起電力素子は、導電性基板と半導体層と透光性電極とを少なくとも有し、該工程が、第一の光起電力素子の導電性基板と第二の光起電力素子の透光性電極との間をレーザー溶接を用いて電氣的に接続する工程であることを特徴とする光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項15】 前記第一の光起電力素子の導電性基板、及び／又は、前記第二の光起電力素子の透光性電極に、金属体が設けられており、該金属体に前記レーザー光を吸収する媒体を設け、該媒体にレーザー光を照射することによって前記レーザー溶接を行うことを特徴とする請求項14記載の光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項16】 前記媒体が波長0.4～2.0  $\mu\text{m}$ の光を10%以上吸収することを特徴とする請求項15記載の光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項17】 エネルギー供給手段によりエネルギーを与えることで処理を行なう非接触処理方法であって、被処理材料上に、該エネルギーを吸収する非接着媒体を載置し、該エネルギーを前記非接着媒体に照射することを特徴とする非接触処理方法。

【請求項18】 前記非接着媒体の、前記被処理材料に密着する面の表面粗さが二乗平均で0.1乃至5000 nmであることを特徴とする請求項17記載の非接触処理方法。

【請求項19】 前記非接着媒体が、少なくとも高分子フィルムを有することを特徴とする請求項17又は18に記載の非接触処理方法。

【請求項20】 前記非接着媒体が、磁気テープであることを特徴とする請求項17～19のいずれかに記載の非接触処理方法。

【請求項21】 前記磁気テープの磁気面を前記被処理材料に密着させることを特徴とする請求項20記載の非接触処理方法。

【請求項22】 前記非接着媒体が、波長0.4～2.0  $\mu\text{m}$ の光を10%以上吸収することを特徴とする請求項17～21のいずれかに記載の非接触処理方法。

【請求項23】 前記エネルギーが、光、熱、または電磁波のいずれかであることを特徴とする請求項17～22のいずれかに記載の非接触処理方法。

【請求項24】 前記非接着媒体を、前記被処理材料に押えながら、該エネルギーを前記非接着媒体に照射することを特徴とする請求項17～23のいずれかに記載の非接触処理方法。

【請求項25】 前記非接着媒体が、前記エネルギーの照射により除去されることを特徴とする請求項17～24のいずれかに記載の非接触処理方法。

【請求項26】 前記非接着媒体を、エネルギー照射後に、取り除くことを特徴とする請求項17～25のいずれかに記載の非接触処理方法。

【請求項27】 前記処理が、切断又は溶接処理であることを特徴とする請求項17～26のいずれかに記載の非接触処理方法。

【請求項28】 前記非接着媒体を、ロール状で供給し、エネルギー照射後に巻き取ることを特徴とする請求項17～27に記載の非接触処理方法。

【請求項29】 前記被処理材料が、電気部品の電極であることを特徴とする請求項17～28のいずれかに記載の非接触処理方法。

【請求項30】 前記被処理材料が、光起電力素子の電極であることを特徴とする請求項17～29のいずれかに記載の非接触処理方法。

【請求項31】 前記被処理材料が、エネルギーの照射に対して高反射材料であることを特徴とする請求項17～30のいずれかに記載の非接触処理方法。

【請求項32】 少なくとも2つ以上の光起電力素子を電気的に接続する工程を有する光起電力素子モジュールの製造方法において、  
該工程が、第一の光起電力素子の一部にエネルギーを吸収する非接着媒体を載置し、該媒体にエネルギーを照射することによって、該第一の光起電力素子と第二の光起電力素子とを電気的に接続する工程であることを特徴とする光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項33】 前記非接着媒体の、前記被処理材料に密着する面の表面粗さが二乗平均で0.1乃至5000nmであることを特徴とする請求項32記載の光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項34】 前記非接着媒体が、少なくとも高分子フィルムを有することを特徴とする請求項32又は33に記載の光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項35】 前記非接着媒体が、磁気テープであることを特徴とする請求項32～34のいずれかに記載の光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項36】 前記磁気テープの磁気面を前記第一の光起電力素子の一部に密着させることを特徴とする請求項35記載の光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項37】 前記非接着媒体が、波長0.4～2.0μmの光を10%以上吸収することを特徴とする請求項32～36のいずれかに記載の光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項38】 前記光起電力素子の電極部に金属体を設け、該金属体表面に前記非接着媒体を載置することを特徴とする請求項32～37のいずれかに記載の光起電力素子モジュールの製造方法。

【請求項39】 請求項32～38のいずれかに記載の製造方法により製造されたことを特徴とする光起電力素子モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光起電力素子モジュール及びその製造方法並びに非接触処理方法に関し、特に詳しくは、複数の光起電力素子が電気的に接続された光起電力素子モジュール及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、温室効果すなわちCO<sub>2</sub>の増加による地球の温暖化が問題となっており、CO<sub>2</sub>を排出しないクリーンなエネルギー源開発への要求がますます高まっている。このようなエネルギー源の1つとして原子力発電が挙げられるが、放射性廃棄物の問題等解決しなければならない問題が多く、より安全性の高いクリーンなエネルギー源が望まれている。そして、将来期待されているクリーンなエネルギー源の中でも、太陽電池（光起電力素子）は、そのクリーンさ、安全性の高さ、取り扱いの容易さ、といった面から非常に注目されている。

【0003】現在、太陽電池は、単結晶シリコン或いは多結晶シリコンを用いた結晶系、非晶質シリコンを用いた非晶質系、化合物半導体系、に大別される。その中でも、非晶質シリコン太陽電池は、変換効率こそ結晶系の太陽電池に及ばないものの、面積化が容易であり、光吸収係数が大きいので薄膜で動作する等の結晶系太陽電池にはない優れた特徴を有しており、将来有望視されている太陽電池である。

【0004】太陽電池が注目されているにもかかわらず、その普及が遅れている理由の一つとして、太陽電池の製造コストが高い点が挙げられる。太陽電池の製造コストを下げよう様々な方法が模索されている。その代表的なアプローチとしては、

(1) 光電変換層の製造費の節減

(2) 発電領域の効率的利用

(3) 接続箇所を減らすことによる接続部材料費の節減、及び接続の為人件費の節減

(4) 被覆材料の使用量の節減、及び材料費のコストダウン

等が挙げられる。本発明は、上記アプローチのうち、特に(3)に関するものである。太陽電池の接続工程は複雑な上に高信頼性が要求される工程である反面、コストダウンの為に簡略化を行い、部品点数を減らし、自動化や高速化による大量生産可能な接続方法の提供が要求されている工程でもある。

【0005】図11は、例えば特開平8-139349号公報等に開示されている本発明者らが検討を行っている光起電力素子の一例を示す模式図であり、図11

(a)は該光起電力素子を受光面側から見た平面図であり、図11(b)は図11(a)で示す光起電力素子のX-X'断面図である。

【0006】図11に示した光起電力素子600は、ステンレス等の導電性を有する基板602の上に下部電極層603、半導体層604、上部電極層605を順次積層することによって作製されている。

【0007】上部電極層605としては、反射防止手段

と集電手段とを兼ねて酸化インジウム、酸化インジウム錫（ITO）等からなる透明導電膜が用いられる。

【0008】 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{AlCl}_3$ 等を含むエッチングペーストをスクリーン印刷等の方法で塗布し加熱することによって、透明導電膜の一部は図中601（エッチングライン）に示す線状に除去されている。透明電極膜の一部を除去する目的は、光起電力素子の外周切断時に基板602と上部電極層605との短絡が発生しにくいようにすることである。

【0009】また、上部電極層605の表面には、発電された電力を効率よく集電するための集電電極606が形成されている。集電電極606は、半導体層で発生した電力を損失なく取り出すために、予め導電性接着剤を薄くコートした金属ワイヤー（例えば、カーボンペーストをコートした銅ワイヤー）を上部電極層605上に接着することにより形成している。銅ワイヤーを用いるのは、電力損失を低減するためであり、他の導電率が高い材料で代用することも可能である。

【0010】さらに、これらの集電電極606のさらなる集電電極として、導電性箔体607が設けられている。導電性箔体607の下部には、性能が保証されないエッチングライン部による絶縁を確保するため、絶縁部材608が設けられている。

【0011】そして、この光起電力素子600は、金属箔体607と基板602とが両極の端子として機能し、電力を取り出すことが出来る。

【0012】しかしながら上記光起電力素子は、これだけでは発電用途に使用することは難しい。通常は、単一の光起電力素子では発電電力が低すぎるため、複数の光起電力素子を直列又は並列に接続することによって所望の電圧及び電流を得る必要がある。

【0013】図11（c）は直列接続した光起電力素子（2直列の場合）の一例を示す模式図である。本図では、一つの光起電力素子の導電性箔体607とこれに隣接する光起電力素子の基板602とを、接続部材611を用いて電気的に接続し直列化している。接続には、半田を使用し、半田付け後にMEK（メチルエチルケトン）等の溶剤で洗浄することにより直列化が完成する。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の光起電力素子の接続方法には、以下のような問題点があった。

【0015】（1）半田を用いて金属基板に導電箔体を固定しようすると、半田を溶融固定させるために基板の一部を加熱する必要がある。しかしながら、加熱を行うと、導熱性の金属基板を通じて熱が伝わり、広範囲に半導体層を劣化させるなど、半導体固有の特性を下げる可能性がある。加えて、加熱温度、加熱時間によっては、半導体層自体を故障させて、歩留まりを低下させてしまうことがある。

【0016】（2）半田を溶融固定する際の加熱により、半導体素子上に設けた導電性接着剤の劣化が発生し、接着強度及び電気導電率が低下するおそれがあり、信頼性が悪化することが懸念される。

【0017】（3）半田を溶融させるので、加熱冷却だけで少なくとも10秒前後の時間が必要となり、量産性が悪い。

【0018】（4）大量生産するために自動機に導入する場合などに、均一に半田付けするための温度管理や半田こて先の管理が難しく、自動化が困難である。

【0019】（5）MEKのような溶剤を用いて拭き取ったとしても基板に付いたフラックスが取れにくく、高温高湿下で錆が発生し易い。その結果、太陽電池の被覆材の剥離が生じてしまうことがある。

【0020】（6）半田こてを用いて接続しているので、半田かすが発生し、歩留まりを低下させる要因になっている。例えば、半田かすが、直列接続されている隣り合った光起電力素子間に入り込み、電気的にショートさせてしまう場合がある。

【0021】一方、レーザ光の照射、ハロゲン光照射、電磁波照射による非接触処理方法はエッチング、溶接、切断などの被処理材料の加工処理や、半導体材料の熱処理などに広く利用されており、上記半田を用いた接続の問題点のある程度解消できる。

【0022】しかし、このような非接触加工処理は、光、熱、電磁波を効率よく吸収することが大切である。例えば、電気部品、特に光起電力素子の電極として頻繁に使用される金、銀、銅、アルミニウムなどの材料を使用する場合では、これらのレーザ光に対する表面反射が大きく、エネルギーの吸収効率が悪いいため、吸収をよくするための工夫が必要であり、余分な工程を必要とせずエネルギーの吸収効率を上げ、しかも安定かつ高速に処理できる方法が望まれている。

【0023】本発明は、上記問題点を解決することによって、信頼性に富み、自動化が容易な、光起電力素子の接続方法を提供することを目的としている。

【0024】さらに、本発明は、安定した処理ができると同時に、高速処理が可能で、非処理表面にエネルギー吸収媒体が残らないレーザ処理方法、及び光起電力素子の接続方法を提供することを目的としている。

【0025】

【課題を解決するための手段】本発明は、前述した問題点を一度に解決し、上述の目的を達成するものである。すなわち、本発明は、少なくとも2つ以上の光起電力素子が電気的に接続された光起電力素子モジュールにおいて、前記光起電力素子の電気的接続部に、波長0.4～2.0 $\mu\text{m}$ の光を少なくとも10%以上吸収する媒体を有することを特徴とする光起電力素子モジュールである。

【0026】また、本発明は、少なくとも2つ以上の光

起電力素子を電氣的に接続する工程を有する光起電力素子モジュールの製造方法において、該工程が、第一の光起電力素子の一部に波長0.4~2.0 $\mu$ mの光を少なくとも10%以上吸収する媒体を設け、該媒体に0.4~2.0 $\mu$ mのレーザー光を照射することによって、該第一の光起電力素子と第二の光起電力素子とを電氣的に接続する工程であることを特徴とする光起電力素子モジュールの製造方法である。

【0027】さらに、本発明は、少なくとも2つ以上の光起電力素子を電氣的に接続する工程を有する光起電力素子モジュールの製造方法において、該光起電力素子は、導電性基板と半導体層と透光性電極とを少なくとも有し、該工程が、第一の光起電力素子の導電性基板と第二の光起電力素子の透光性電極との間をレーザー溶接を用いて電氣的に接続する工程であることを特徴とする光起電力素子モジュールの製造方法である。

【0028】さらに、本発明は、エネルギー供給手段によりエネルギーを与えることで処理を行なう非接触処理方法であって、被処理材料上に、該エネルギーを吸収する非接着媒体を載置し、該エネルギーを前記非接着媒体に照射することを特徴とする非接触処理方法である。

【0029】さらに、本発明は、少なくとも2つ以上の光起電力素子を電氣的に接続する工程を有する光起電力素子モジュールの製造方法において、該工程が、第一の光起電力素子の一部にエネルギーを吸収する非接着媒体を載置し、該媒体にエネルギーを照射することによって、該第一の光起電力素子と第二の光起電力素子とを電氣的に接続する工程であることを特徴とする光起電力素子モジュールの製造方法である。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0031】(光起電力素子)本発明で用いられる光起電力素子の一例の模式的な断面図を、図12に示す。図12中、701は基板、702は下部電極層、703は半導体層、704は上部電極層である。図12に示す光起電力素子は、可撓性を有することが望まれる非晶質シリコン系太陽電池に好適に適用できるものである。しかしながら、かかる構成は、非晶質系以外の、単結晶シリコン系、多結晶シリコン系、あるいはシリコン以外の半導体を用いた太陽電池、ショットキー接合型の太陽電池等にも適用可能である。

【0032】基板701は、非晶質シリコン系のような薄型の太陽電池の場合に半導体層703を機械的に支持する部材である。基板701の材料は導電性でも絶縁性でもよいが、基板701に電極の役割も兼ねさせる場合には、導電性である必要がある。基板701には半導体層703等を設ける際の加熱温度に耐える耐久性が要求される。

【0033】基板701を構成する導電性の材料として

は、例えばFe、Ni、Cr、Al、Mo、Au、Nb、Ta、V、Ti、Pt、Pb等の金属、又はこれらの合金、例えば真ちゅう、ステンレス鋼、等の薄板及びその複合体が挙げられる。

【0034】基板701を構成する電気絶縁性の材料としては、ポリエステル、ポリエチレン、ポリカーボネート、セルロースアセテート、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリイミド、エポキシ樹脂等の耐熱性合成樹脂、又はこれらとガラスファイバー、カーボンファイバー、ホウ素ファイバー、金属繊維等との複合体、及び、ガラス、セラミック等が挙げられる。

【0035】(下部電極層)下部電極層702は、半導体層703で発生した電力を取り出すための一方の電極であり、半導体などに対してオーミックコンタクトをとるような仕事関数を持つことが要求される。

【0036】下部電極層702の材料としては、例えば、Al、Ag、Pt、Au、Ni、Ti、Mo、Fe、V、Cr、Cu、ステンレス、真ちゅう、ニクロム、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、ITO(インジウム錫酸化物)等のいわゆる金属単体又は合金、あるいは透明導電性酸化物(TCO)が用いられる。

【0037】下部電極層702の表面は平滑であることが望ましいが、光の乱反射を生じさせる場合にはその表面にテクスチャー処理を施してもよい。また、基板701を導電性基板とした場合には、下部電極層702を設けなくてもよい。

【0038】下部電極層702は、メッキ、蒸着、スパッタリング等の公知の方法で設けることができる。

【0039】(半導体層)本発明に用いられる光起電力素子の半導体層703としては、薄膜太陽電池に一般的に使用されている公知の半導体物質を使用することができる。具体的には、pin接合非晶質シリコン層、pn接合多結晶シリコン層、CuInSe<sub>2</sub>/CdS等の化合物半導体からなる層、等を半導体層703として用いることができる。

【0040】半導体層703が非晶質シリコン層の場合、例えば、シランガス等の薄膜を形成する原料ガスを、プラズマ放電を発生させるプラズマCVD装置等に導入することによって、半導体層703を形成することができる。また、半導体層703がpn接合多結晶シリコン層の場合には、例えば、熔融シリコンから薄膜を形成する方法によって形成することができる。半導体層703がCuInSe<sub>2</sub>/CdS等の化合物半導体からなる場合には、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、電析法等の方法で形成することができる。

【0041】(上部電極層)上部電極層704は半導体層703で発生した起電力を取り出すための一方の電極であり、下部電極層702と対になっている。上部電極層704は、下部電極層702同様、半導体などに対し

てオーミックコンタクトをとるような仕事関数を持つことが要求される。上部電極層704は非晶質シリコンのようにシート抵抗が高い半導体を半導体層703として用いた場合に必要であり、結晶系の半導体を用いた場合にはシート抵抗が低いことにより必要としない。

【0042】また、基板701として不透明なものを用いた場合、必然的に上部電極層704が光入射側に位置することとなる。この場合、上部電極層704は透光性であることが必要であり、いわゆる透明電極である必要がある。太陽や白色蛍光灯等からの光を半導体層703内に効率よく吸収させるために、上部電極層704の光透過率は85%以上であることが好ましい。また、半導体層703で発生した光電流を、半導体層703に対して平行な方向に効率よく流すために、上部電極層704のシート抵抗値は $100\Omega/\square$ 以下であることが好ましい。このような特性を備えた上部電極層に好適な材料として、例えば $\text{SnO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{CdO}$ 、 $\text{CdSnO}_4$ 、 $\text{ITO}$  ( $\text{In}_2\text{O}_3 + \text{SnO}_2$ )等の金属酸化物が挙げられる。

【0043】(非接触処理及び光起電力素子モジュールの製造方法)本発明にかかる非接触処理としては、電気部品を始めとする各種部品や金属材料及び非金属材料を問わない一般構造物のエネルギー照射による溶接や切断、及び電気部品製造過程でのエッチング処理やパターンニング、及び半導体材料の熱処理などに適用可能である。

【0044】本発明では、特に光起電力素子をレーザー溶接する。以下、本発明で用いられるエネルギー供給手段と、本発明の光起電力素子モジュールの特徴であるエネルギーを吸収する媒体について説明する。

【0045】(エネルギー供給手段)本発明にかかるエネルギー供給手段としては、光、熱、電磁波が適宜使用可能であり、光としては、レーザー光、ハロゲン又は遠赤外ランプ等の光照射による加熱等が挙げられる。

【0046】本発明のレーザー溶接において用いられるレーザーとしては、ルビー( $\text{Cr}^{3+}:\text{Al}_2\text{O}_3$ )、YAG( $\text{Nd}^{3+}:\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ )、リン酸ガラス、ケイ酸ガラス、YLF( $\text{Nd}^{3+}:\text{LiYF}_4$ )、タイサファイア( $\text{Ti}^{3+}:\text{Al}_2\text{O}_3$ )等の固体レーザー、及び、 $\text{CO}_2$ レーザー励起遠赤外、放電励起遠赤外、希ガスイオン等の気体レーザーが挙げられる。

【0047】太陽電池等の大電流を流すシステムに使用する金属材料としては、抵抗によるロスを少なくするため低抵抗の材料が好適である。しかしながら、図13に示すように、波長 $0.4\mu\text{m}$ 以上の光を金属に照射した場合の反射率はかなり高いため、波長 $0.4\mu\text{m}$ 以上のレーザー光を金属の溶接に用いることは難しかった。一方、波長 $0.4\mu\text{m}$ 以下のレーザー光を用いると、例えばエキシマレーザーに見られるように、設備が高価になるなどの問題点がある。従って、波長 $0.4\mu\text{m}$ 以下のレーザー光の使用は、高付加価値製品に限定されてい

た。

【0048】本発明は、波長 $0.4\mu\text{m}$ 以上のレーザー光を光起電力素子などの金属溶接に用いることを可能にしたものである。

【0049】波長 $0.4\mu\text{m}$ 以上のレーザーの中でも特に固体レーザー(主な固体レーザーの波長は $0.4\sim 2.0\mu\text{m}$ の範囲にある)は気体レーザーと比べて高効率で高出力のレーザー光が得られ易いという利点があり、装置を小型化することができるという利点も有する。さらに、その中でもとりわけYAGレーザーは、光ファイバーによってレーザー光の伝達ができ、レーザー発信器から離れたところでの溶接などの処理を行うことが可能であるといった優れた特性を有しており、光ファイバーと出射ユニットの選択によって溶接状態を変更することも可能であり、更には、レーザー光を $2\sim 10$ 程度に分岐することも可能である。

【0050】(エネルギーを吸収する媒体)光を金属に照射した場合の反射特性は、金属の種類に依存し、図13に示したようになっている。光の波長にもよるが、特に長波長側では、照射光の大部分は反射されてしまう。例えば、ルビーレーザー光の波長( $0.69\mu\text{m}$ )に近い $0.7\mu\text{m}$ における各金属の反射率は金:97.0%、銀:98.5%、銅:97.5%、アルミニウム:89.8%である。また、YAGレーザーの波長( $1.06\mu\text{m}$ )における各金属の反射率は金:98.2%、銀:98.9%、銅:98.5%、アルミニウム:93.9%である。従って、光起電力素子に使用される金、銀、銅、アルミニウム等の金属を、ルビーレーザー、YAGレーザー等を用いて溶接することは困難であった。

【0051】<波長 $0.4\sim 2.0\mu\text{m}$ のレーザー光を少なくとも10%以上吸収する媒体>そこで、本発明では、レーザー光を10%以上吸収する媒体を溶接面に設けたことによって、溶接不良を減らし、安定したレーザー溶接を行うことを可能とした。特に、上記媒体としては、上述した固体レーザーの波長域である $0.4\sim 2.0\mu\text{m}$ での吸収率が10%以上とすることが好ましい。

【0052】レーザー光を10%以上吸収する媒体を溶接面に設けることによる効果を図14に示す。

【0053】図14は、レーザー光を照射する金属体として反射率の大きい銅箔体、銀メッキ銅箔体(それぞれ厚さ $100\mu\text{m}$ )を選び、金属体表面に媒体として塗料を均一に塗布し、YAGレーザー(波長: $1.06\mu\text{m}$ )を照射し溶接した場合の、媒体の光吸収率と溶接安定性の関係をグラフ化したものである。ここで、塗料としては光吸収率が異なるものを複数用いて評価した。また、溶接は各反射率に対し最適な条件(但し、銅と銀メッキ銅との条件は同一)で行った。さらに、溶接安定性は、溶接後のサンプルにサーマルサイクルテスト( $90^\circ\text{C}\sim 40^\circ\text{C}$ を200サイクル)を施した後の接合力が



4. 0kg以上であり、且つ光学顕微鏡による観察で溶接部に穴あきやクラックが見受けられないものを良品と判断し、その良品率によって評価した。

【0054】銅及び銀は、波長1.06 $\mu$ mのレーザー光を98.0%以上反射させてしまうため、そのままでは金属体の溶接安定性は40%以下であり、レーザー溶接を導入するには無理があった。しかし、図14に示すように、金属体表面に光を吸収する媒体を設けることによって金属体の溶接安定性を向上させることができる。特に、媒体の光吸収率を10%以上とすることによって、溶接安定性を80%以上にすることができる。

【0055】ところで、金属をレーザー溶接するのに必要なエネルギー（溶接エネルギー）は以下の式で表すことができる。

【0056】（溶接エネルギー）＝（レーザー出射エネルギー）×（金属の光吸収率）

通常、金属をレーザー溶接する場合、金属の表面反射があるため、溶接エネルギーよりも大きいエネルギーのレーザー光を照射する必要がある。例えば、金属の光反射率が90%の場合には、反射がない金属を溶接する場合の10倍のレーザー出射エネルギーが必要である。レーザー光が一旦金属内部に導入されると、金属溶融が起こり、一旦溶融した金属はレーザー光を吸収しやすくなるので、照射されたエネルギーの大部分が溶接エネルギーとなる。ところが、金属体が例えば光起電力素子に用いられる薄い箔体等の場合、過剰なエネルギーによってレーザー照射部分の温度が金属の融点を超え、金属体に穴があくことがある。本発明では、レーザー光が照射される金属体表面に、波長0.4～2.0 $\mu$ mのレーザー光を吸収する媒体を設けることによって、金属体表面の反射を抑え、金属体内部にレーザー光が導入され易くしている。例えば、5Jのエネルギーが必要な溶接を行う際には、金属の反射率が90%の場合50Jの出射エネルギーが必要だったのが、媒体を設けることで表面反射率を80%にすることができれば25Jの出射エネルギーで溶接を行うことが可能になる。つまり、表面反射が大きい金属体表面に光吸収媒体を設けることで、レーザー光の出射エネルギーを大幅に低減することができる。それにより、金属体に穴があくことを防ぐことができる。

【0057】上記検討では、光を吸収する媒体として塗料を用いたが、本発明の媒体は、塗料には限られず、絶

縁性材料、導電性材料を問わず適宜選択して用いることができる。しかしながら、本発明の媒体に用いられる絶縁性材料は、溶接時の熱によって溶けるなどして金属体同士の導電性が確保される材料であることが必要である。

【0058】具体的には、フェルトペンやインクジェット法等を用いて、金属体表面に色をつけることによって、充分本発明の目的を達成することができる。その際の色としては、光吸収係数の大きい有色系統が望ましい。溶接安定性を高めるためには、色ムラの少ないインク塗布方法を用いることが好ましい。例えば、シルクスクリーン印刷したインクを熱風乾燥炉で硬化するなどさまざまな方法を選択することが可能である。

【0059】また、インクを使用する以外に、例えば黒PET（ポリエチレンテレフタレート）フィルム（例えば、東レ社製、商品名：ルミラーX30、ICI社製、商品名：メリネックス427）等のフィルム材を金属体表面に密着させ、フィルム側からレーザー光を照射することにより、フィルムも含めて溶接してしまっても良い。溶接後、このフィルムは取り除いた方が好ましいが、使用するフィルムの材料によっては取り除かなくてもよい場合もある。フィルムの厚さを5～30 $\mu$ mとすることによって、溶接が安定するとともに、溶接後のフィルム除去が容易になる。

【0060】さらに、媒体として導電性材料を用いる場合、光吸収係数の大きい金属材料を適宜選択して用いることができる。具体的には、ステンレスなどの鉄系材料、Niや半田によりメッキを施した材料、強酸性液中で処理を行い金属体表面を酸化又はエッチングした材料、カーボンブラックをコーティングした材料、導電性微粒子を分散した材料、等を金属体表面に配置し、導電性材料も含めて溶接してしまう方法が挙げられる。溶接後、この導電性材料は取り除いた方が好ましいが、使用する材料により取り除かなくてよい場合もある。

【0061】また、金属体自体にNiや半田によるメッキを施し、Ni又は半田を光を吸収する媒体とすることもできる。

【0062】上述した媒体を用いてYAGレーザーによる溶接を行なった場合の溶接安定性の例を図15に示す。図15に示す媒体の詳細は以下の通りである。

【0063】

フェルトペン	油性マジックインキNo. 500
	手塗り
	光吸収率：10%
シルクスクリーン印刷	CT-5079-3A
	(Emerson&Cuming社製)
	印刷機
	光吸収率：60%
インクジェットプリンター	JP-K27（日立製作所製）
	専用印字機

黒PETテープ	光吸収率：25%
(ルミラーX(東レ社製)、又はルミラーT(東レ社製)にブラック処理でも可)	メリネックス427(ICI社製)
Niメッキ	光吸収率：60%
表面酸化	厚さ2~5 $\mu$ m
	光吸収率：50%
	電解処理
	光吸収率：20%

いずれの媒体を用いた場合も、溶接安定性70%以上という良好な結果が得られている。

【0064】<非接着媒体>本発明にかかる非接着媒体としては、以下に示す材料が適用可能である。

【0065】エネルギーの反射を抑える特性をもつ、紙、布、皮、又はステンレス、鋼、ブラックアルマイトなどの金属薄箔、又はポリエチレンテレフタレートフィルム、ポリブチレンテレフタレートフィルム、ポリエチレンナフタレートフィルム、ポリシクロヘキシレンジメチレンテレフタレートフィルム、ポリエチレンビスフェノキシカルボキシレートフィルム等のポリエステル類フィルム、ポリエチレンフィルム、ポリプロピレン等のポリオレフィン類フィルム、セルロースアセテートブチレートフィルム、セルロースアセテートプロピオネート等のセルロース誘導体フィルム、ポリ塩化ビニルフィルム、ポリ塩化ビニリデンフィルム等のビニル系樹脂フィルム、或いはポリスチレンフィルム、ポリアミドフィルム、ポリイミドフィルム、ポリカーボネートフィルム、ポリスルホンフィルム、ポリウレタン樹脂フィルム、エポキシ樹脂フィルム、フッ素樹脂の高分子フィルム、及びこれらの高分子フィルムにステンレス箔、鋼箔、ブラックアルマイト箔などの金属薄箔をラミネートした複合材料が挙げられる。

【0066】これらのうちでも、少なくとも高分子フィルムを有する場合、薄体で高強度であるばかりでなくエネルギー照射時に高分子フィルムが溶解及び揮発するので、エネルギー照射後さらに容易に取り除くことができる。また高分子フィルムは長尺で供給されることが多く量産性に富む。

【0067】また、磁気テープである場合には、本発明の効果を最も満足することができる。すなわち、安定した加工性、離型性、高速処理に優れている。さらに、磁気テープの磁気面を被処理材料に密着させることによって、より離型性を向上することができる。

【0068】更に、非接着媒体の被処理材料に密着する面の、表面粗さが0.1~5000nmであることが好ましい。5000nm以下である場合、図21に示すように該非接着媒体が、例えばレーザ光を効率よく被処理材料内へ導く。また該非接着媒体の被処理材料に密着する面が表面粗さが二乗平均で0.1nm以上である場合、例えば、図22に示すようにレーザ処理時に該非接

着媒体の被処理材料への引っ付きが少なく、レーザ処理後に該非接着媒体を容易に取り除くことができる。

【0069】少なくともエネルギー照射により処理される被処理材料に接する側に、表面粗さが二乗平均で0.1乃至5000nmの凹凸を設ける方法として、材料自体の持つ特性である場合や、エッチングや放電による表面処理を行なう場合、プレスや引っ掻きによる表面形状変形を行なう場合、高分子フィルムにカーボンブラックや顔料等の有色材料を練り込場合、または、選択した材料を塗布又は蒸着する場合などがある。

【0070】例えばポリエチレンテレフタレートフィルムを例にとると、特公昭30-5639号公報に開示されるように、原料ポリマーの重合媒体の選択、あるいは無機粒子を添加することでフィルム表面の突起を調整可能である。具体的にはSiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、CaCO<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の酸化物、あるいは無機塩等を原料ポリマーの重合段階又は延伸前のペレット溶融の段階で添加する方法などが挙げられる。

【0071】また、塗布又は蒸着する材料としてはカーボンブラック、グラファイト、酸化チタン、硫酸バリウム、硫化亜鉛、炭酸マグネシウム、炭酸カルシウム、酸化亜鉛、酸化カルシウム、酸化マグネシウム、二硫化タングステン、二硫化モリブデン、窒化ホウ素、二硫化錫、二硫化珪素、酸化クロム、アルミナ、炭化珪素、酸化セリウム、コランダム、人造ダイヤモンド、酸化鉄、ザクロ石、ガーネット、ケイ石、窒化珪素、炭化モリブデン、炭化ホウ素、炭化タングステン、炭化チタン、ケイソウ土、ドロマイト、樹脂性の粉末などの潤滑剤、研磨剤、帯電防止剤、分散剤、顔料、及び/或いは併用してフタロシアニン染料、アゾ染料、アントラキノン染料、インジゴイド染料、ニトロおよびニトロソ染料、キノリン染料、メチン染料、チアゾール染料、キノニン染料、アジン染料、オキサジン染料、チアジン染料、アゾイック染料、ジフェニルメタン染料、トリフェニルメタン染料、キサンテン染料、アクリジン染料、酸化染料、硫化染料、フタレイン染料、アミノケトン染料、オキシケトン染料等を含有させた場合が挙げられる。

【0072】例えば、紙、布、又はカーボンブラック等の顔料をノズル式コーターにて塗布した材料などは、例えばレーザ処理時の熱により融けた「かす」が被処理材料に引っ付きにくいので、非接着の反射防止材料とし

て、より好意的に使用される。

【0073】上記非接着媒体の供給手段としては、シート状又はロール状など特に限定はないが、着脱可能で供給されることが望ましく、また、量産性を考慮する場合には連続で供給されることが望ましい。

【0074】シート状で供給される場合は、処理終了ごとに交換が必要であったり、再度同じ位置にエネルギーが照射されないように位置をずらす手段が必要であったりする為、より好ましくはロール状で供給され、かつ処理後に巻き取られることが望ましい。ロール状の場合には、簡単な送り出し機構と巻き取り機構で連続的に供給でき、量産性を向上することができる。

【0075】(被処理材料)被処理材料としては、各種の金属材料及び非金属材料が適用可能であり制限はないが、特に使用するエネルギーに対する吸収特性が低い材料に対して有効である。より具体的には、使用するエネルギーに対して40%以上の反射率を有する高反射材料、もしくは40%以上の透過率を有する材料に対して有効である。

【0076】具体的な金属材料としてFe、Ni、Cr、Al、Mo、Au、Nb、Ta、V、Ti、Pt、Pb、Ag、Cu等のいわゆる金属、又はこれらの合金、例えばステンレス鋼、真ちゅう、ニクロムなどが用いられる。特に、電気部品などの電流を流す電極に使用する金属材料としては抵抗ロスを少なくするため低抵抗な金、銀、銅、アルミニウムなどの材料が好ましく使われるが、前述したように、これらの各金属に対するレーザー光の反射特性が高く(図13)、波長0.4 $\mu$ m以上のレーザー光を直接金属に照射しレーザー加工することは難しかった。しかし、波長0.4 $\mu$ m以下のレーザー光は例えばエキシマレーザーに見受けられるように設備が高価になることや、溶接、切断などに必要な高エネルギーが得られにくいなど使用範囲限定されてきた。

【0077】また、非金属材料として、ポリエステル、ポリエチレン、ポリカーボネート、セルロースアセテート、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリイミド、エポキシ樹脂、フッ素樹脂の合成樹脂、又はこれらとガラスファイバー、カーボンファイバー、ホウ素ファイバー、及びガラス、セラミック等が挙げられる。

【0078】電気部品製造過程でのエッチング処理やパターンニングなどでレーザー光により除去される材料、及び熱処理される半導体材料などは、例えば単結晶シリコン、多結晶シリコン、アモルファスシリコン、CuInSe<sub>2</sub>/CdS等の化合物シリコン、及びSnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、ITO(インジウム錫酸化物)が挙げられる。

【0079】本発明の接続方法は、少なくとも2つ以上の光起電力素子を電気的に直列又は並列に接続して光起電力素子モジュールを製造する際に、信頼性が高く、自

動化が容易な接続方法についての本発明者の実験及び詳細な検討によって実現されたものであり、以下のような作用を奏する。

【0080】(1)従来法と比較して、短時間で作業が完了することに加え、溶接点が極小であるので、熱により悪影響を受ける部分が少ない。それにより、半導体固有の特性分の電力をほぼ完全に取り出すことができる。かかる作用は、レーザー溶接される一部分をエッチングラインなどにより有効域と分離しておくことによりさらに高めることができる。

【0081】(2)金属基板上に半導体素子を設けた光起電力素子の接続においては、エッチングラインなどにより有効域と分離しておいた金属基板を直接端子取り出し電極として利用できるので、端子形成の工程を省くことができ、非発電領域を少なくする事ができる。この点、金属基板以外の導電性基板を用いても同様である。

【0082】(3)隣接する光起電力素子同士を電気的に接続する際に、半導体素子の電極部に金属体を設け、隣接する光起電力素子の金属体同士をレーザー溶接を用いて電気的に接続するので、半導体が受ける熱の悪影響を殆ど心配する必要がなくなるばかりでなく、接続形態の制約がなくなり、任意の設計が可能となる。

【0083】(4)光起電力素子の半導体層と集電電極、及び光起電力素子の集電電極と電極部に設ける金属体の接合、等を導電性接着剤を用いて行うことで工程の簡略化ができる。この点、従来のように半田を用いた場合には、半田を熔融固定する際の加熱により導電性接着剤が劣化し歩留まりが低下するという問題が発生していたが、本発明によってかかる問題点は解決され、光起電力素子モジュールの製造工程に導電接着剤を用いることが可能となった。

【0084】(5)レーザー光を用いて金属体同士を溶接する場合には、金属材料により図13に示すような反射特性があり、金属の表面反射ロス分、実際に溶接に必要なエネルギーよりも大きいエネルギーのレーザー光を照射する必要がある。しかし一旦金属内部にレーザー光が導入されると金属熔融が起こり、一旦熔融した金属はレーザー光を吸収しやすくなるので、照射されたエネルギーの大部分が溶接エネルギーとなる。この時、金属体が例えば薄膜の光起電力素子に用いられる薄い箔体などの場合に、過剰なエネルギーによりレーザー照射部分の温度が金属の沸点を超え、金属体に穴があくことがある。本発明では、金属体表面に波長0.4~2.0 $\mu$ mのレーザー光を10%以上吸収する媒体を設けることで、金属体表面の反射を抑え、金属体内部にレーザー光が導入され易いようにすることができる。それにより、レーザーの出射エネルギーを抑える事ができ表面反射の大きな金属の溶接を簡便にすることができるのに加えて溶接強度が安定して得られるので、高信頼性の光起電力素子モジュールを提供することができる。また、出射エ

エネルギーを抑えることができることによって高価な出射ランプの寿命を延ばすことができるので、ランニングコストを抑えることができる。

【0085】(6) 金属体を金、銀、銅、ステンレス、アルミニウムのうち少なくとも一つを主成分とすることにより、優れた太陽電池を提供することができる。光起電力素子により発生した電力を外部に取り出す部材である金属体は、取り出しロスを最小にするために導電性の良い材料であることが要求されるのに加えて、長期にわたって安定しているなどの耐候性の優れた材料であることが求められている。即ち、金、銀、銅、ステンレス、アルミニウムのいずれかを使用することにより、高導電性で抵抗損失の少ない光起電力素子モジュールを提供することができる。中でも、ステンレスを使用することにより、防錆性が高く、高耐候性の光起電力素子モジュールを比較的安価に提供することができる。

【0086】(7) レーザー光が照射される金属体表面に、波長 $0.4\mu\text{m}$ ～ $2.0\mu\text{m}$ のレーザー光を10%以上吸収する媒体を設ける手段として、光起電力素子に使用する金属体部品自体の一部を媒体としてしまう方法と、製造工程で補助的に媒体を供給する方法とがあり、適宜選択して用いることができる。金属体自体の一部を媒体としてしまう方法としては、強酸性液中で処理を行い金属体表面を酸化又はエッチングする方法、金属体表面にメッキを施す方法、金属体表面にカーボンブラックをコーティングする方法、等を用いることができる。また、媒体を製造過程で補助的に供給する方法としては、表面反射率の低い材料を金属体表面に密着させ、この表面反射の低い材料側からレーザー光を照射し、この表面反射の低い材料とも溶接してしまう方法がある。溶接後、この表面反射の材料側は取り除く方が好ましいが、材質によっては取り除かなくてもよいこともある。

【0087】(8) 金属体表面に設けるレーザー光を吸収する媒体が有色インクである場合、最も簡便に媒体を設けることができるといえる。有色インクを設ける方法としては、フェルトペンで塗布する方法、インクジェットによりインクを飛ばす方法、シルクスクリーン印刷により印刷する方法、等を適宜使用することができる。レーザー光を反射し易い金属であっても表面に着色インクを設けることで、金属内部にレーザー光を容易に導入でき、安定した溶接強度を得ることができるので、高信頼性の光起電力素子モジュールを形成できる。

【0088】(9) 金属体表面に設けるレーザー光を吸収する媒体を厚さ $5\sim 30\mu\text{m}$ のフィルムとした場合に、最も安定した溶接強度が得られる。フィルム特性により使用するレーザーの波長にあわせてフィルム材料を選べるだけでなく、厚みなどの品質管理上においても有利である。また、フィルム側からレーザー光を照射しフィルムと金属体とを同時に溶接してしまう場合に、フィルムの厚みを $5\sim 30\mu\text{m}$ とすることで溶接後にフィル

ムを簡単に引き剥がすことができる。

【0089】(10) 金属体表面に設けるレーザー光を吸収する媒体が少なくともFe、Niもしくは半田からなる場合には、溶接強度安定性が得られるばかりでなく、予め金属体表面にFe、Niもしくは半田をメッキなどの手段を用いて設けておくことによって、作業数を減らすことができる。また、光起電力素子により発生した電力を外部に取り出す部品である金属体に付帯する材料は、取り出しロスを最小限にするために導電性の良い材料が求められていることと、長期にわたって安定しているなどの耐候性に優れた材料が求められていることから、例えば金属体として銅を用いる時にはFeメッキ、Niメッキ、半田メッキ等の処理をした材料を用いることが好ましい。

【0090】本発明の非接触処理は、例えば光起電力素子などの電気部品に良く使われる金、銀、銅、アルミニウムなどの高反射材料へ、例えばレーザー光や、ハロゲン光を用いて切断又は溶接等を行なう非接触処理を行なう際に、本発明者らの実験により得た知見をさらに詳細に検討を加えたものであり、上記(1)～(6)の作用に加え、以下の作用が奏される。

【0091】(11) エネルギー供給手段よりエネルギーを与えることで処理を行なう非接触処理方法であって、被処理材料上に、該エネルギーを吸収する非接着媒体を載置し、該エネルギーを前記非接着媒体に照射する方法は、載置する媒体の物理的特性により反射率が決まるので安定的に非接触処理が行なえことに加え、さらに非接触処理後、該非接着の反射防止材料を容易に取り除くことができるので、高速処理が可能である。

【0092】(12) 該非接着媒体の被処理材料に密着する面の表面粗さが二乗平均で $0.1$ 乃至 $5000\text{nm}$ であることによって、より安定した溶接が得られると同時に、非接着の反射防止材料を取り除くことが容易になる。すなわち、 $5000\text{nm}$ 以上である場合、両者の密着性が悪くエネルギーを効率よく被処理材料内へ導くことができず、安定した処理を行なえない。また $0.1\text{nm}$ 以下である場合、密着性は良くなるが、逆にエネルギー照射時に該非接着媒体の被処理材料への引っ付きが激しくなり、処理後に該非接着媒体を容易に取り除くことができなくなる。

【0093】(13) 前記非接着媒体が、少なくとも高分子フィルムを有する場合、例えばカーボンブラックを練り込んだポリエチレンテレフタレートフィルムや、ポリエチレンナフタレートフィルムの表面にカーボンブラックを塗布又は蒸着したものや、ステンレス箔をラミネートした材料が挙げられるが、このような材料は薄体で高強度であるばかりでなくエネルギー照射時に高分子フィルムが溶解及び揮発するので、エネルギー照射後さらに容易に取り除くことができる。また高分子フィルムは長尺で供給されることが多く量産性に富む。

【0094】(14)前記非接着媒体が磁気テープである場合には、本発明の効果を最も満足することができる。すなわち、安定した加工性、離型性、高速処理に優れている。さらに、磁気テープの磁気面を被処理材料に密着させることによって、より離型性を向上することができる。

【0095】(15)本発明の、処理方法は非接触のエネルギーを効率よく被処理材料に導くことを目的としたものであり、特にそのエネルギーとしては光、熱、電磁波に適している。

【0096】(16)非接着媒体を被処理材料を押えながら、エネルギーを前記反射防止材料に照射するので、両者の安定した密着性が得られ、処理が安定する。

【0097】(17)エネルギー照射により非接着媒体が除去されることで、または／かつ非接触処理後に非接着媒体が取り除かれるので、非接触処理後に被処理部に該非接着媒体が残らない、よって外観上の不都合及び後工程の不具合を未然に防ぐことができる。

【0098】(18)非接着媒体がロール状で供給され、エネルギー照射後に巻き取られることによって、連続的に非接着媒体を供給することができる為、量産性に富み、かつ処理速度が向上する。

【0099】(19)また、本発明の非接触処理は、安定した処理を目的としたものである為、特にその処理としては、溶接、切断に適している。

【0100】(20)被処理材料が電気部品の電極であることによって、安定で確実な接合が可能であり、特に光起電力素子の電極である場合には、電極部に非接着の反射防止材料の残存がなく、外観性が向上し、また、パッケージ材料との相性を気にしなくてよいという利点がある。

【0101】

【実施例】以下、本発明の実施例を示す。

【0102】(実施例1)図1、図2は、本発明の実施例1にかかる光起電力素子モジュールの外観を示す模式図である。図1(a)は光起電力素子を受光面側から見た平面図であり、図1(b)は図1(a)で示す光起電力素子のX-X'断面図である。また、図2(a)は2つの光起電力素子を直列に接続したものを受光面側から見た平面図であり、図2(b)は図2(a)の直列接続部分の拡大図であり、図2(c)は図2(b)の断面図である。

【0103】図1(a)中、100は、基板102、下部電極層103、光起電力機能を有する非晶質シリコンからなる半導体層104、上部電極層105を含む300mm×280mmの光起電力素子である。

【0104】本実施例では、光起電力素子全体を支える基板102としては厚さ150μmのステンレス板を用いた。基板102上には、下部電極層103として、厚さ約2000ÅのAl層、厚さ約13000ÅのZnO

層をスパッタリング法によって順次形成した。また、半導体層104は、プラズマCVD法により、基板側からn型、i型、p型、n型、i型、p型の各層を順次積層して形成した。厚さは順に、150、4000、1000、100、800、100Å程度とした。また、上部電極層105は、厚さ約700Åの酸化インジウム薄膜からなる透明電極層であって、O<sub>2</sub>雰囲気中でInを抵抗加熱法を用いて蒸着することにより形成した。さらに、光起電力素子の外周切断時に発生しうる基板と透明電極との短絡の悪影響が有効受光領域に及ばないようにするため、上部電極層105上にFeCl<sub>3</sub>、AlCl<sub>3</sub>等を含むエッチングペーストをスクリーン印刷によって塗布し、加熱後洗浄することによって、該上部電極層105の一部を線状に除去し、エッチングライン101を形成した。

【0105】その後、該光起電力素子の裏面側(基板102側)端部一辺(280mmの辺)の近傍に、幅10mm、長さ285mm、厚さ100μmの銅箔ストリップを特開平8-139349号に記載の方法を用いて形成し、裏面側導電性箔体109とした。この時、図1(a)に示すように銅箔ストリップの片側が光起電力素子100の外側に延びるようにしておいた。

【0106】その後、光起電力素子の表面側(上部電極層105側)端部一辺に、前記裏面側導電性箔体109と対向するように、幅10mm、長さ280mm、厚さ50μmのポリイミドを基材とする絶縁接着性テープ108を貼った。

【0107】続いて、予めカーボンペーストを100μm径の銅ワイヤーにコートしたカーボンコートワイヤーを光起電力素子の表面側に形成して集電電極106とした。その際、カーボンコートワイヤーは、前記絶縁性テープと直交するように、14mmピッチで、上部電極層105及び絶縁接着テープ108上に連続的に形成した。

【0108】更に、前記絶縁接着テープ108上に、集電電極106のさらなる集電電極である表面側導電性箔体107を形成した。ここで、表面側導電性箔体107は、幅20mm、長さ285mm、厚さ100μmの銅箔ストリップを、絶縁接着テープ108上に、集電電極106の一部を挟むような状態で配置し、200℃、3kg/cm<sup>2</sup>、180秒の条件で加熱加圧固定することにより形成した。この時、図1(a)に示すように銅箔ストリップの片側が、裏面側導電性箔体109と反対側に、光起電力素子100の外側に延びるようにしておいた。

【0109】このようにして作製した光起電力素子を発電用途に使用するために、複数の光起電力素子を電氣的に直列接続して光起電力素子モジュールを作成した。接続方法を、図2(a)～(c)を用いて説明する。

【0110】まず、図2(a)～(c)に示すように、

隣りあう二つの光起電力素子を、光起電力素子1の表面側導電性箔体107の一部と光起電力素子2の裏面側導電性箔体109の一部とが3mmの長さでオーバーラップするように配置した。

【0111】次に、光起電力素子1の表面側導電性箔体107と光起電力素子2の裏面側導電性箔体109とが重なり合った部分にレーザー光を照射し溶接することで、両者を機械的且つ電氣的に接続した。ここで110は溶接点である。金属を溶接するような高出力のエネルギーを照射できるレーザーとしては、波長0.4 $\mu$ m以上のレーザーが好ましく、波長0.4~2.0 $\mu$ mの固体レーザーが特に好ましい。用いるレーザーとしては、YAGレーザー、リン酸ガラスレーザー、ケイ酸ガラスレーザー、CO<sub>2</sub>レーザー等が挙げられるが、本実施例ではYAGレーザー（波長：1.06 $\mu$ m）を用いて、出射エネルギー15.0J、パルス幅5.0ms、溶接点径0.5mm、溶接点数6点の条件で溶接を行った。

【0112】その後、レーザー溶接部の電気抵抗を測定すると0.013 $\Omega$ であった。光起電力素子100の性能は、有効面積809.0cm<sup>2</sup>、発生電流密度5.38A、発生電流5.38A、発生電圧1.2V、発生電力6.45Wであることから、レーザー溶接部における抵抗損失は0.9mWである。これは、光起電力素子100の発生電力のわずか0.015%にすぎない。

【0113】また、レーザー溶接部の引っ張り破断強度を測定したところ8~15kgであった。

【0114】本実施例において、レーザー溶接の所要時間は、光起電力素子1、2の搬入及び位置決めに2.0秒、溶接（レーザー光出射端の移動を含む）に3.5秒、排出に1.0秒であり、計6.5秒で2つの光起電力素子の接続が完了した。

【0115】即ち、本実施例によれば、従来例に比べ高速で信頼性の高い直列型光起電力素子モジュール及びその製造方法を提供することができる。

【0116】（実施例2）図3、図4は、本発明の実施例2にかかる光起電力素子モジュールの外観を示す模式図である。図3（a）は光起電力素子を受光面側から見た平面図であり、図3（b）は図3（a）で示す光起電力素子のX-X'断面図である。また、図4（a）は2つの光起電力素子を直列に接続したものを受光面側から見た平面図であり、図4（b）は図4（a）の直列接続部分の拡大図であり、図4（c）は図4（b）の断面図である。

【0117】本実施例は、レーザー光が照射される部分に、光を吸収する媒体として予めNiメッキを施した材料を用いる例である。

【0118】図3（a）中、200は、基板202、下部電極層203、光起電力機能を有する非晶質シリコンからなる半導体層204、上部電極層205を含む30

0mm×280mmの光起電力素子である。また、201はエッチングライン、206は集電電極、207は集電電極206のさらなる集電電極である表面側導電性箔体、208は絶縁接着性テープ、209は裏面側導電性箔体である。これらは、実施例1と同一の材料を用い、同様の手法で作製した。但し、表面側導電性箔体207、及び裏面側導電性箔体209は、光起電力素子200からはみ出さないような大きさに形成した。

【0119】上記光起電力素子を複数、電氣的に直列接続した。接続方法を、図4（a）~（c）を用いて説明する。

【0120】本実施例では、接続部材211を用いて接続を行った。まず、接続部材である金属体211を図4（c）に示すように、光起電力素子1と光起電力素子2に接触するように配置した。次に、出射エネルギーを6.0Jとした以外は実施例1同様にしてYAGレーザーを照射（図4（c）の矢印参照）して溶接を行なった。210は溶接点である。金属体211としては、安価で導電性の優れた銅材に、YAGレーザーの波長（1.06 $\mu$ m）における光吸収率が50%程度のNi材を2 $\mu$ mの厚さでメッキしたNiメッキ銅材料（幅10mm、長さ275mm、厚さ100 $\mu$ m）を使用した。YAGレーザーを照射した際の光吸収率は、Niの方が銅よりも格段に高い（金属表面での反射によるロスが少ない）ため、YAGレーザーの出射エネルギーを抑えることができた。そこで、本実施例では、YAGレーザーの出射エネルギーを6.0Jとしたが、この条件でも実施例1同様に良好な溶接結果が得られた。

【0121】本実施例においては、金属材料（銅材料）にメッキ（Niメッキ）することによって媒体を設けたが、カーボンブラックでコーティングした金属体を用いることによっても、前述したとおり図15に示す効果が得られた。

【0122】即ち、本実施例によれば、実施例1よりも低コストで、従来例に比べ高速で信頼性の高い直列型光起電力素子モジュール及びその製造方法を提供することができる。

【0123】（実施例3）図5、図6は、本発明の実施例3にかかる光起電力素子モジュールの外観を示す模式図である。図5（a）は光起電力素子を受光面側から見た平面図であり、図5（b）は図5（a）で示す光起電力素子のX-X'断面図である。また、図6（a）は2つの光起電力素子を直列に接続したものを受光面側から見た平面図であり、図6（b）は図6（a）の直列接続部分の拡大図であり、図6（c）は図6（b）の断面図である。

【0124】本実施例は、レーザー光が照射される部分に、光を吸収する媒体として予め有色インクを塗布した例である。

【0125】図5（a）中、300は、基板302、下

部電極層303、光起電力機能を有する非晶質シリコンからなる半導体層304、上部電極層305を含む300mm×280mmの光起電力素子である。また、301はエッチングライン、306は集電電極、307は集電電極306のさらなる集電電極である表面側導電性箔体、308は絶縁接着性テープ、309は裏面側導電性箔体である。これらは、実施例1と同一の材料を用い、同様の手法で作製した。

【0126】上記光起電力素子を複数、電気的に直列接続した。接続方法を、図6(a)～(c)を用いて説明する。

【0127】まず、図6(a)～(c)に示すように、隣り合う二つの光起電力素子を、光起電力素子1の表面側導電性箔体307の一部と光起電力素子2の裏面側導電性箔体309の一部とが3mmの長さでオーバーラップするように配置した。

【0128】次に、光起電力素子1の表面側導電性箔体307と光起電力素子2の裏面側導電性箔体309とが重なり合った部分に光を吸収する媒体として有色インク313(波長1.06 $\mu$ mにおける吸光率30%)を青色フェルトペン(油性マジックインキNo.500)を用いて塗布した。その後、有色インク313が塗布された領域中の溶接点310に実施例2と同様の条件でYAGレーザーを照射し、両導電性箔体を機械的且つ電気的に接続した。ここで、YAGレーザーの代わりに、例えば、波長0.4～2.0 $\mu$ mの固体レーザーを用いてもよい。

【0129】本実施例によれば、実施例2と同様に良好な結果が得られた。

【0130】また、本実施例の有色インク313として吸光率10%の有色インク(水色フェルトペン)を用いても同様の結果が得られた。さらに、フェルトペンを用いる代わりに、インクジェットやシルクスクリーン印刷を用いても同様の効果が得られた。

【0131】(実施例4)図7、図8は、本発明の実施例4にかかる光起電力素子モジュールの外観を示す模式図である。図7(a)は光起電力素子を受光面側から見た平面図であり、図7(b)は図7(a)で示す光起電力素子のX-X'断面図である。また、図8(a)は2つの光起電力素子を並列に接続したものを受光面側から見た平面図であり、図8(b)は図8(a)の並列接続部分の拡大図であり、図8(c)は図8(b)の断面図である。

【0132】本実施例は、金属基板同士を、レーザー溶接によって並列接続した例である。図7(a)中、400は、基板402、下部電極層403、光起電力機能を有する非晶質シリコンからなる半導体層404、上部電極層405を含む300mm×280mmの光起電力素子である。また、401はエッチングライン、406は集電電極、407は集電電極406のさらなる集電電極

である表面側導電性箔体、408は絶縁接着性テープである。これらは、実施例1と同一の材料を用い、同様の手法で作製した。但し、金属基板402自体を裏面側の端子として用いるので、裏面側導電性箔体は特に設けなかった。また、表面側導電性箔体407は、光起電力素子400からはみ出さないような大きさに形成した。

【0133】上記光起電力素子を複数、電気的に並列接続した。接続方法を、図8(a)～(c)を用いて説明する。

【0134】まず、図8(a)～(c)に示すように、隣り合う二つの光起電力素子を、光起電力素子1の基板400と光起電力素子2の基板400とが密着するように配置した。そして、YAGレーザーを用いて該両基板が密着する部分にレーザー光を照射し、基板同士を溶接接続した。本実施例ではYAGレーザーを用いたが、前述した他のレーザーを用いることも可能である。本実施例では、基板400としてFeを主成分とするステンレス鋼(波長1.06 $\mu$ mにおける光吸収率約30%)を用いたので、低エネルギーで安定した溶接ができた。

【0135】続いて、光起電力素子1の表面側導電性箔体407と光起電力素子2の表面側導電性箔体407とに接するように接続部材である金属体411を配置し、YAGレーザーを照射することによって溶接を行ない並列接続した。410は溶接点である。金属体411は実施例2の金属体211同様のものであり、溶接条件も実施例2同様とした。

【0136】本実施例によれば、低コストで、表面側も裏面側も安定した溶接を行うことができ、良好な接続安定性を有する並列型光起電力素子モジュール及びその製造方法を提供することができる。

【0137】(実施例5)図9、図10は、本発明の実施例5にかかる光起電力素子モジュールの外観を示す模式図である。図9(a)は光起電力素子を受光面側から見た平面図であり、図9(b)は図9(a)で示す光起電力素子のX-X'断面図である。また、図10(a)は2つの光起電力素子を直列に接続したものを受光面側から見た平面図であり、図10(b)は図10(a)の直列接続部分の拡大図であり、図10(c)は図10(b)の断面図である。

【0138】本実施例は、レーザー光が照射される部分に、光を吸収する媒体として予めフィルムを配置した例である。

【0139】図9(a)中、500は、基板502、下部電極層503、光起電力機能を有する非晶質シリコンからなる半導体層504、上部電極層505を含む300mm×280mmの光起電力素子である。また、501はエッチングライン、506は集電電極、507は集電電極506のさらなる集電電極である表面側導電性箔体、508は絶縁接着性テープ、509は裏面側導電性箔体である。これらは、実施例1と同一の材料を用い、



同様の手法で作製した。但し、裏面側導電性箔体509は、光起電力素子500からはみ出さないような大きさに形成した。また、表面側導電性箔体507は、幅10mm、長さ285mm、厚さ100 $\mu$ mで、その片側が光起電力素子500から外側に延びるように配置した。

【0140】上記光起電力素子を複数、電気的に直列接続した。接続方法を、図10(a)～(c)を用いて説明する。

【0141】まず、図10(a)～(c)に示すように、隣りあう二つの光起電力素子を、光起電力素子1の表面側導電性箔体507の一部と光起電力素子2の裏面側導電性箔体509の一部とが3mmの長さでオーバーラップするように配置した。この時、光起電力素子1と光起電力素子2との間隔は2mmとなった。

【0142】次に、光起電力素子1の表面側導電性箔体507と光起電力素子2の裏面側導電性箔体509とが重なり合った部分に光を吸収する媒体としてフィルム513を配置した。本実施例では、フィルム513として黒PET(ポリエチレンテレフタレート)テープ(ICI社製メリネックス427:波長1.06 $\mu$ mにおける吸光率65%、厚さ20 $\mu$ m、幅13mm)を使用した。フィルム513表面の溶接点(図示省略)に図10(c)の矢印で示すようにYAGレーザーを照射し、両導電性箔体を機械的且つ電気的に接続した。ここで、YAGレーザーの代わりに、例えば、波長0.4～2.0 $\mu$ mの固体レーザーを用いてもよい。

【0143】本実施例によれば、実施例2と同様に良好な結果が得られた。

【0144】本実施例のように媒体としてフィルムを用いる場合、フィルムの厚さは5～30 $\mu$ mとすると溶接後にフィルムを除去するのが容易になるので好ましい。フィルムの厚さが5 $\mu$ m未満の場合フィルムを引き剥がす際にフィルムが裂けてしまうというトラブルが発生しやすい。また、フィルムが30 $\mu$ mより厚い場合には図16に示すようにフィルムの接着力が大きくなりすぎるため、引き剥がすのに大きな力が必要となり、溶接した金属体を変形させてしまったりフィルムを裂けさせてしまったりすることがある。なお、図16中、①はルミラーX(東レ社製)、②はメリネックス427(ICI社製)、③はOPPシリコン(パナック社製)をそれぞれフィルムとして用いたときの結果である。このような接着力の増大は一定の径のレーザー光により溶融されたフィルム基材(媒体)が金属体に接着されることに起因する。これは、フィルム基材が薄く溶融量が少ない場合は問題にならないが、フィルム基材が一定以上厚くなると、溶け出す基材量と接着力とが正の相関を有するようになるため問題となる。

【0145】なお、本発明は上記実施の形態及び実施例によって限定されるものではない。

【0146】(実施例6)本実施例は電気部品の電極と

なるアルミニウム薄板をレーザー光により切断を行なった。図17は本発明の実施例6にかかるレーザー処理方法を示す模式図である。

【0147】図17中、800はCO<sub>2</sub>レーザー励起遠赤外光の照射を表し、801は幅10mm、長さ13cm、厚さ0.3mmの黒色ポリエチレンテレフタレートフィルムからなる非接着媒体である。本実施例では非接着媒体801としてICI製:メリネックス427フィルムを使用した。本発明者らの実験により東レ製:ルミラーX30を使用しても本実施例と同様の性能が確認されている。これら非接着媒体801の表面粗さを非接触光学式の3次元表面粗さ計をもちいて測定すると二乗平均で0.1乃至2nmであった。また、802は長さ10cm、厚さ0.5mmのアルミニウム薄板からなる被処理材料である。

【0148】被処理材料802はレーザー光照射位置に溝が形成されている治具(図示せず)に固定され、さらに被処理材料802上のレーザー光が照射される位置に非接着媒体801が載置される。続いて切断位置にレーザー光を貫通させるために溝を設けた押え治具(図示せず)によって、非接着媒体801を被処理材料802に1kg/cm<sup>2</sup>の圧力で密着させる。その後、シールドガスとしてArを用い、前記押え治具のレーザー光を貫通させる溝に沿ってレーザー光800を照射し、被処理材料802を切断した。レーザー光800の照射条件は、出射エネルギー:25J、パルス幅:3ms、パルス繰返し速度:15PPS、レーザービーム径:φ0.5mmで行なった。

【0149】前記非接着媒体801のレーザー光照射部分はレーザー光の照射により溶融蒸発してなくなる。レーザー光による切断完了後、押え治具を開放し、さらに残った非接着媒体801をピンセットなどを用いて取り除くことで一連の動作が完了する。本実施例においては、非接着媒体801はピンセットを用いて取り除いたが、例えばシールドガスにより吹き飛ばす方法などが適宜用いられる。

【0150】本実施例において、被処理材料のレーザー光照射面に非接着媒体801を載置するので、切断に必要なエネルギーを大幅に低減することができた。更に非接着媒体801をレーザー照射後に取り除くので、一連の動作終了後に該非接着媒体801が残ることもなく外観上や後工程で問題となるようなこともない。

【0151】即ち本実施例によれば、従来例に比べ小さいエネルギーで所望のレーザー処理が可能となるばかりでなく、載置する非接着媒体の物理的特性により反射率が決まるので、安定的にレーザー処理が行なえる。また、非接着媒体押さえながら処理を行なうので、安定した密着性が得られ、レーザー処理が安定する。さらに非接着媒体を載置するだけなので高速処理が可能である。また、レーザー処理後に非接着媒体を容易に取り除くことができる



ので、外観上及び後工程上問題となることもないレーザ処理方法を提供することができる。

【0152】(実施例7)本実施例は光起電力素子の銅箔材料からなる電極をレーザ光により溶接を行なった場合である。

【0153】図18、図19は本発明の実施例7にかかる光起電力素子モジュールのレーザ処理方法を示す模式図である。図18(a)は光起電力素子を受光面側から見た図であり、図18(b)は図18(a)で示す光起電力素子のX-X'断面図である。また、図19(a)は2つの光起電力素子を直列したものを受光面側から見た平面図であり、図19(b)は図19(a)の直列接続部分の拡大図であり、図19(c)は図19(b)の断面図である。又図20は本実施例にかかる非接着の反射防止材料の供給方法を示す模式図である。

【0154】図18(a)中900は、基板902、下部電極層903、光起電力機能を有する非晶質シリコンからなる半導体層904、上部電極層905を含む300mm×280mm光起電力素子である。

【0155】本実施例では、光起電力素子全体を支える基板902としては厚さ150 $\mu$ mのステンレス板を用いた。基板902上には、下部電極層903として、厚さ約2000ÅのAl層、厚さ約13000ÅのZnO層をスパッタリング法によって順次形成した。また、半導体層904は、プラズマCVD法により、基板側からn型、i型、p型、n型、i型、p型の各層を順次積層して形成した。厚さは順に150、4000、100、100、800、100Å程度とした。また上部電極層905は、厚さ約700Åの酸化インジウム薄膜からなる透明電極膜であって、O<sub>2</sub>雰囲気中Inを抵抗加熱法にて蒸着することによって形成した。さらに、光起電力素子の外周切断時に発生しうる基板と透明電極との短絡の悪影響が有効受光領域に及ばないようにするため、上部電極層905上にFeCl<sub>3</sub>、AlCl<sub>3</sub>等を含むエッチングペーストをスクリーン印刷によって塗布し、加熱後洗浄することによって、該上部電極層905の一部を線状に除去し、エッチングライン901を形成した。

【0156】その後、該光起電力素子の裏面側(基板902側)端部一辺(280mmの辺)の近傍に、幅10mm、長さ285mm、厚さ100 $\mu$ mの銅箔ストリップを特開平8-139349号公報に開示する方法を用いて形成し、裏面側導電性箔体909とした。この時、図18(a)に示すように銅箔ストリップの片側が光起電力素子の外側に延びるようにしておいた。

【0157】その後、光起電力素子の表面側(上部電極層905側)端部一辺に、前記裏面側導電性箔体909と対向するように、幅10mm、長さ280mm、厚さ50 $\mu$ mのポリイミドを基材とする絶縁接着性テープ908を貼った。

【0158】続いて、予めカーボンペーストを100 $\mu$

m径の銅ワイヤーにコートしたカーボンコートワイヤーを光起電力素子の表面側に形成して集電電極906とした。その際、カーボンコートワイヤーは、前記絶縁性テープと直交するように、14mmピッチで、上部電極層905及び絶縁接着性テープ908上に連続的に形成した。

【0159】更に、前記絶縁性テープ908上に、集電電極906のさらなる集電電極である表面側導電性箔体907を形成した。ここで、表面側導電性箔体907は、幅10mm、長さ285mm、厚さ100 $\mu$ mの銅箔ストリップを、絶縁接着性テープ908上に、集電電極906の一部を挟むような状態で配置し、200℃、1kg/cm<sup>2</sup>、60秒の条件で加熱加圧固定することにより形成した。この時、図18(a)に示すように銅箔ストリップの片側が、裏面側導電性箔体909と反対側に、光起電力素子900の外側に延びるようにしておいた。

【0160】このようにして作製した光起電力素子が発電用途に使用するためには、複数の光起電力素子を電気的に直列接続して光起電力素子モジュールを作製した。接続方法を図19(a)乃至(c)を用いて説明する。

【0161】まず、図19(a)乃至(c)に示すように、隣りあう2つの光起電力素子を、光起電力素子1の表面側導電性箔体907の一部と光起電力素子2の裏面側導電性箔体909の一部とが3mmの長さでオーバーラップするように配置した。

【0162】その後、前記光起電力素子1の表面側導電性箔体907の一部と光起電力素子2の裏面側導電性箔体909の一部とがオーバーラップしたレーザ溶接部分に非接着媒体913を載置する。非接着媒体913として、ポリエチレンテレフタレート又はポリエチレンナフタレートの片面にカーボンブラックなどの磁性体が塗布又は蒸着され、一般に上市されている磁気テープを使用した。本実施例ではソニー製：T-120VFを使用した。本発明者らの実験によってソニー製：P6-120HMP2、VXST-120VFや松下電器産業製：NV-ST120XPZ、NV-TTC40HGKなどの他の磁気テープ、又はキングジム製TL-12K、松下電器産業製：CF-PR190、東芝製：JW-Z180などの熱転写リボンを使用しても本実施例と同様な性能が確認されている。これら磁気テープはロール状で供給されるので、レーザ光処理後、押さえ治具を開放しテープを送ることで次のレーザ処理に向けた準備が完了する。また、これら磁気テープの磁性面の表面粗さを測定したところ二乗平均で5乃至20nmであった。

【0163】更に、非接着媒体913である磁気テープを、磁性面を被処理材料である光起電力素子1の表面側導電性箔体907側に向けて、押さえ治具(図示せず)により圧力：10kg/cm<sup>2</sup>で密接する。

【0164】次に、押さえ治具により押さえられた、光起

電力素子1の表面側導電性箔体907と光起電力素子2の裏面側導電性箔体909とが重なりあった部分にレーザー光を照射し溶接することで、両者を機械的且つ電氣的に接続した。ここで910は溶接点である。金属を溶接するような高出力のエネルギーを照射できるレーザー光としてはYAGレーザー、リン酸ガラスレーザー、ケイ酸ガラスレーザーやCO<sub>2</sub>レーザー励起遠赤外レーザーが一般的に用いられるが、その中でもとりわけYAGレーザーは光ファイバーにより、レーザービームが伝達でき、レーザー発振器から離れた場所で加工できるといった優れた特性を持っており、光ファイバーと出射ユニットの選択により溶接状態を変更することも可能であり、更には、レーザービームを2乃至10程度まで分岐することもできるといった優れた特徴を持っている。

【0165】本実施例ではYAGレーザーを用いて、出射エネルギー：6J、パルス幅：5ms、レーザー径：0.6mm、溶接点数：12点の条件で溶接を行なった。

【0166】図20をもちいて本実施例にかかる非接着媒体913である磁気テープの供給方法を説明する。図20中、920はカセットに収納された磁気テープ、921はレーザー光が照射された磁気テープを巻き取るリール、922は磁気テープ913を、被処理材料である光起電力素子1の表面側導電性箔体907と光起電力素子2の裏面側導電性箔体909の接合部に押さえつける押え部材である。搬送手段（図示せず）により光起電力素子1、2の表面側導電性箔体907と裏面側導電性箔体909はレーザー処理位置に搬送される。次に、押え治具922により磁気テープ913は被処理材料である光起電力素子1の表面側導電性箔体907と光起電力素子2の裏面側導電性箔体909の接合部に押さえつけられる。その後、レーザー光930を照射し所定のレーザー処理を行なう。

【0167】磁気テープ913のレーザー光の照射された部分は、該溶接の熱により溶融・蒸発する。さらに、磁気テープ913の光起電力素子1の表面側導電性箔体907との密接面に表面粗さが二乗平均で5乃至20nmの磁性体が塗布又は蒸着されているので、溶接終了後、大部分の磁気テープ913は押さえ治具を開放するだけで取り除くことが可能である。場合により磁気テープ913が表面側導電性箔体907に接着している場合があるが、このような場合でも軽く引き離す力を加えれば（図示せず）、容易に取り除くことが可能である。

【0168】その後、磁気テープ913を3cm程送り、巻き取りリール921に巻き取り、磁気テープカセット920から未使用の磁気テープを供給するだけで次のレーザー処理に向けた準備が完了する。また被処理材料である光起電力素子1、2はレーザー処理終了後直ちに搬送手段（図示せず）により排出される。

【0169】その後、レーザー溶接部の電気抵抗を測定すると0.013Ωであった。光起電力素子900の性能

は、有効面積：809.0cm<sup>2</sup>、発生電流：5.38A、発生電圧：1.2V、発生電力：6.45Wであることから、レーザー溶接部における抵抗損失は0.9mWである。これは、光起電力素子900の発生電力：6.45Wのわずか0.015%にすぎない。

【0170】また、レーザー溶接部分の引っ張り破断強度を測定したところ8乃至15kgであった。

【0171】本実施例において、レーザー溶接の所用時間は、光起電力素子1、2の搬入及び位置決めに2.0秒、溶接（レーザー光出射端の移動を含む）に3.5秒、排出に1.0秒であり、計6.5秒で2つの光起電力素子の接続が完了した。

【0172】即ち、本実施例によれば、従来例に比べ低いエネルギーでレーザー溶接ができるとともに、高速加工が可能で、外観上及び後工程上問題ない光起電力素子の直列方法を提供できる。

【0173】

【発明の効果】本発明によれば、光起電力素子群の接続のための加熱が短時間且つ極小的なもので、広範囲な加熱によって半導体層や導電性接着剤などの光起電力素子の構成部材が劣化することが防止される。

【0174】また、短時間で一つの作業が終了するため、大量生産が可能である。さらに、半田を用いないので、半田かす発生による歩留まり低下やフラックス残りによる被覆材料への悪影響が取り除ける。

【0175】加えて、有色インクやフィルムを利用することにより、レーザーの吸収効率を容易に上げることができ、安価で生産効率の高い光起電力素子モジュールの製造方法を提供することができる。

【0176】さらに、被処理材料のレーザー光照射面に非接着媒体を載置し、該非接着媒体と前記被処理材料を押えながら、レーザー光を前記非接着媒体に照射する非接触処理方法は、載置する材料の物理的特性により反射率が決まるので安定的にレーザー処理が行なえる。また、押えながら処理をするので、非接着媒体と被処理材料の安定した密着が得られ、レーザー処理が安定する。さらに、材料を載置するだけなので高速処理が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1にかかる光起電力素子モジュールの外観を示す模式図であり、(a)は光起電力素子を受光面側から見た平面図、(b)は(a)に示す光起電力素子のX-X'断面図。

【図2】(a)は図1に示す光起電力素子を二つ直列接続したものを受光面側から見た平面図、(b)は(a)の直列接続部分の拡大図、(c)は(b)の断面図。

【図3】本発明の実施例2にかかる光起電力素子モジュールの外観を示す模式図であり、(a)は光起電力素子を受光面側から見た平面図、(b)は(a)に示す光起電力素子のX-X'断面図。

【図4】(a)は図3に示す光起電力素子を二つ直列接

続したものを受光面側から見た平面図、(b)は(a)の直列接続部分の拡大図、(c)は(b)の断面図。

【図5】本発明の実施例3にかかる光起電力素子モジュールの外観を示す模式図であり、(a)は光起電力素子を受光面側から見た平面図、(b)は(a)に示す光起電力素子のX-X'断面図。

【図6】(a)は図5に示す光起電力素子を二つ直列接続したものを受光面側から見た平面図、(b)は(a)の直列接続部分の拡大図、(c)は(b)の断面図。

【図7】本発明の実施例4にかかる光起電力素子モジュールの外観を示す模式図であり、(a)は光起電力素子を受光面側から見た平面図、(b)は(a)に示す光起電力素子のX-X'断面図。

【図8】(a)は図7に示す光起電力素子を二つ並列接続したものを受光面側から見た平面図、(b)は(a)の並列接続部分の拡大図、(c)は(b)の断面図。

【図9】本発明の実施例5にかかる光起電力素子モジュールの外観を示す模式図であり、(a)は光起電力素子を受光面側から見た平面図、(b)は(a)に示す光起電力素子のX-X'断面図。

【図10】(c)は図9に示す光起電力素子を二つ直列接続したものを受光面側から見た平面図、(b)は(a)の直列接続部分の拡大図、(c)は(b)の断面図。

【図11】従来の光起電力素子モジュールの外観を示す模式図であり、(a)は光起電力素子を受光面側から見た平面図、(b)は(a)に示す光起電力素子のX-X'断面図、(c)は二つの光起電力素子を直列接続したものを受光面側から見た平面図。

【図12】光起電力素子の構成の概略を示す断面図。

【図13】金属の反射特性を示すグラフ。

【図14】媒体の光吸収率と溶接安定性との関係を示すグラフ。

【図15】光吸収媒体の溶接安定性を示すグラフ。

【図16】フィルムの厚さと溶接後のフィルム接着力との関係を示すグラフ。

【図17】実施例6にかかるレーザ処理方法を示す模式図。

【図18】本発明の実施例7にかかる光起電力素子モジュールの外観を示す模式図であり、(a)は光起電力素子を受光面側から見た平面図、(b)は(a)に示す光

起電力素子のX-X'断面図。

【図19】(a)は図18に示す光起電力素子を二つ直列接続したものを受光面側から見た平面図、(b)は(a)の直列接続部分の拡大図、(c)は(b)の断面図。

【図20】実施例7の非接触媒体の供給方法を示す模式図。

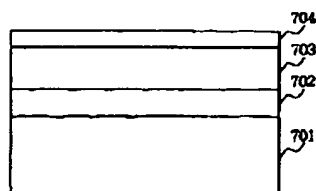
【図21】非接触媒体の二乗平均表面粗さと、溶接の確実性との関係を示すグラフ。

【図22】非接触媒体の二乗平均表面粗さと、被処理材料への接着力との関係を示すグラフ。

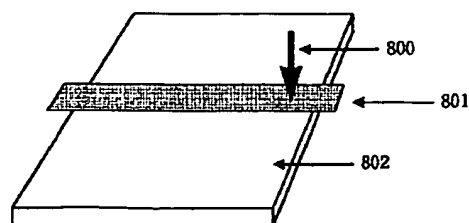
【符号の説明】

200、300、400、500、600、900	光起電力素子
201、301、401、501、601、901	エッチングライン
202、302、402、502、602、701、902	基板
203、303、403、503、603、702、903	下部電極層
204、304、404、504、604、703、904	半導体層
205、305、405、505、605、704、905	上部電極層
206、306、406、506、606、906	集電電極
207、307、407、507、607、907	表面側導電性箔体
208、308、408、508、608、908	絶縁接着性テープ
209、309、509、609、909	裏面側導電性箔体
210、310、410、910	溶接点
411、611	接続部材
513	光を吸収する媒体
800、930	レーザー光
801、913	非接着媒体
802	被処理材料
920	磁気テープカセット
921	磁気テープ巻き取りリール
922	押え治具

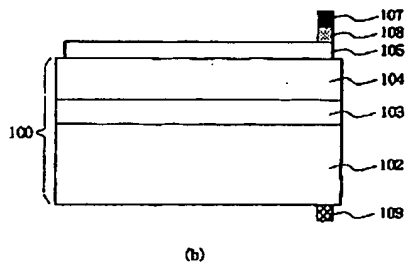
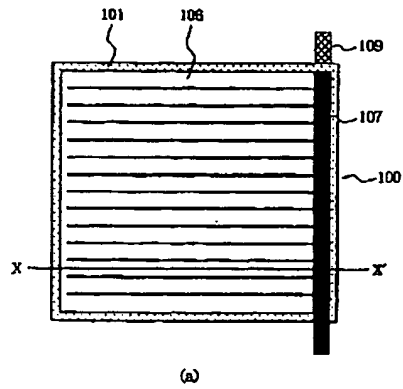
【図12】



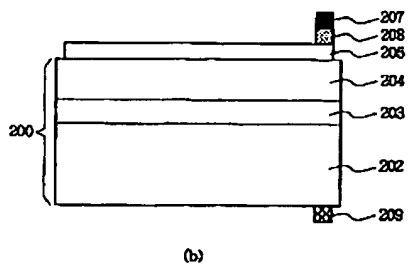
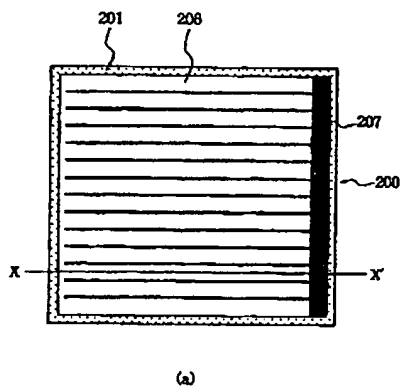
【図17】



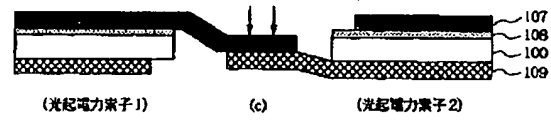
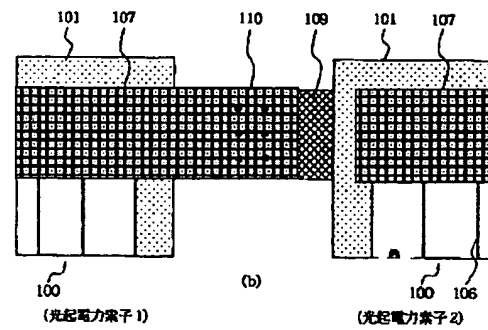
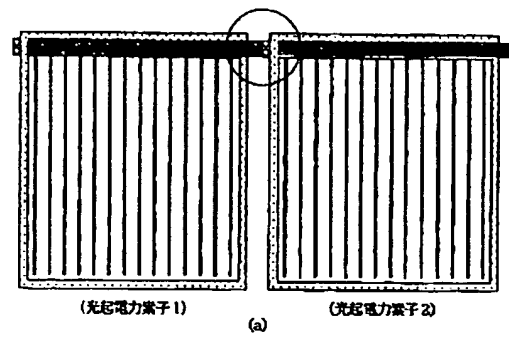
【図1】



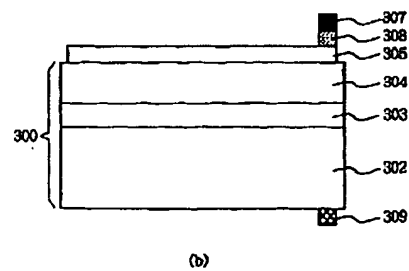
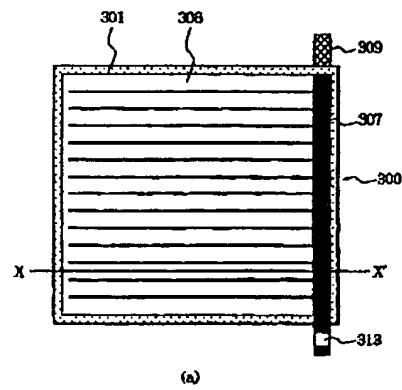
【図3】



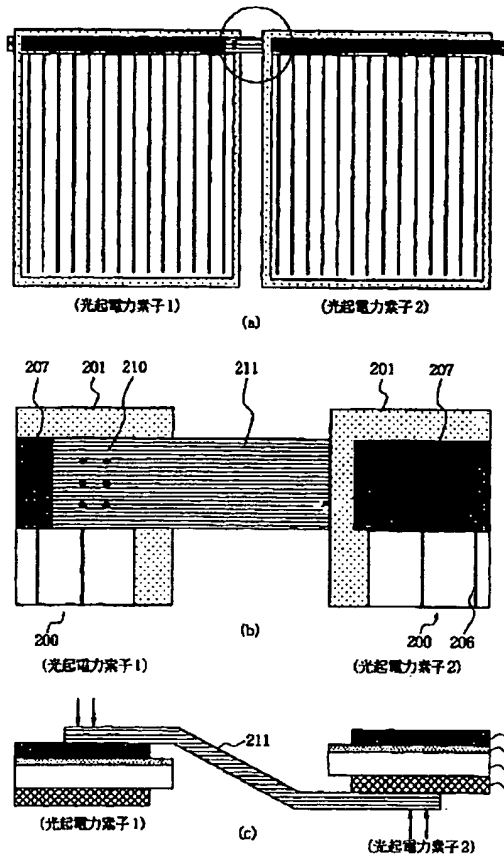
【図2】



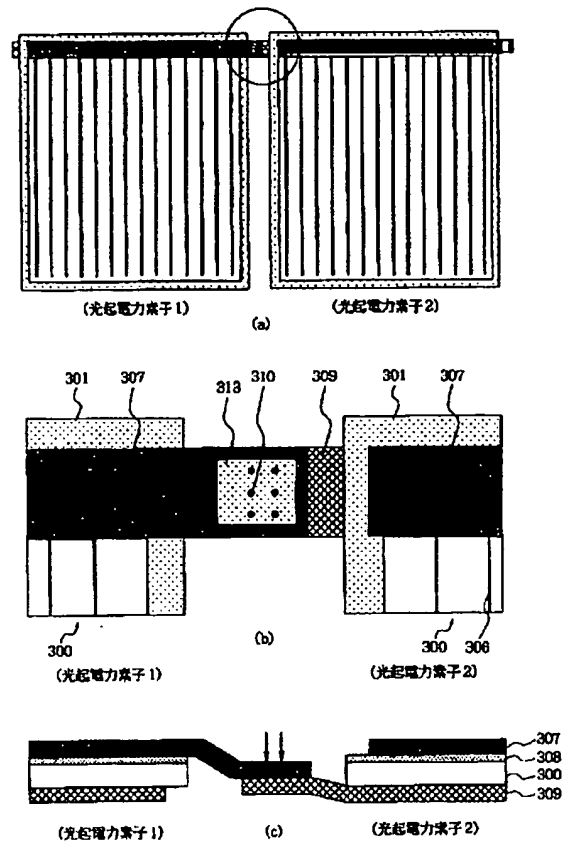
【図5】



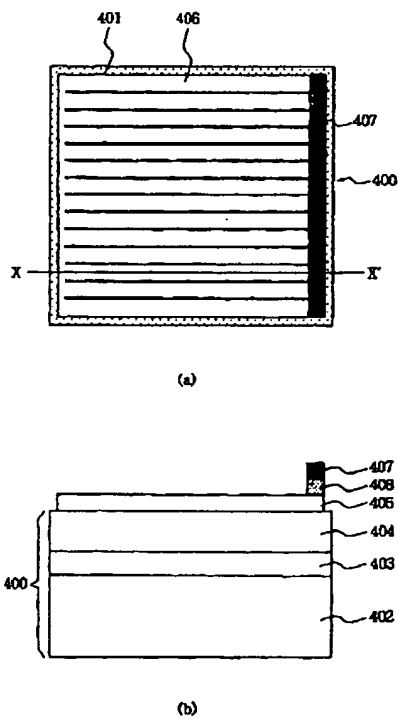
【図4】



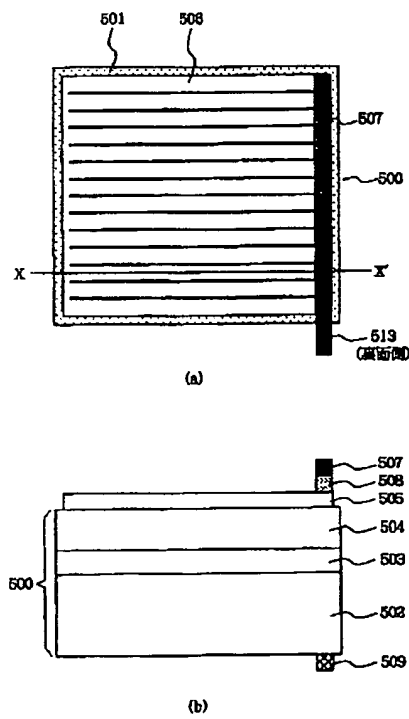
【図6】



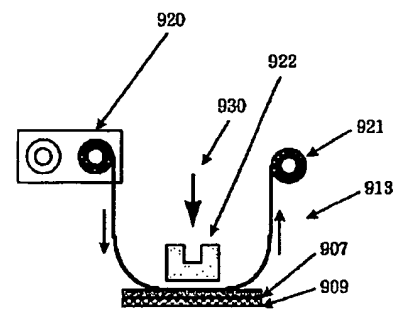
【図7】



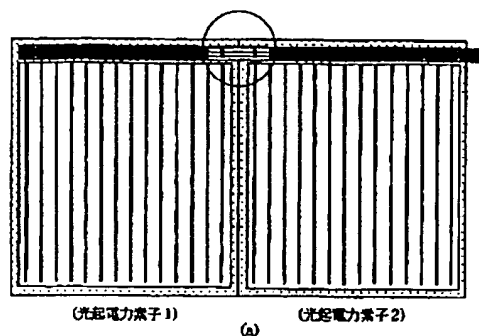
【図9】



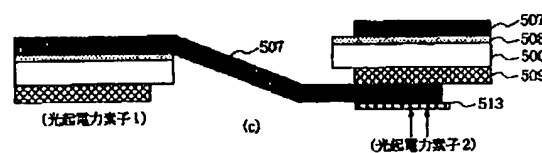
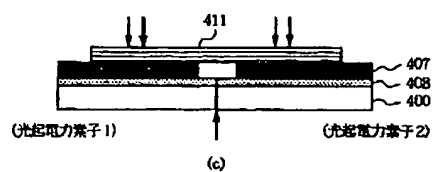
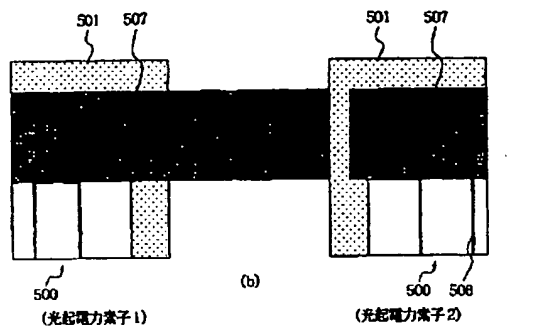
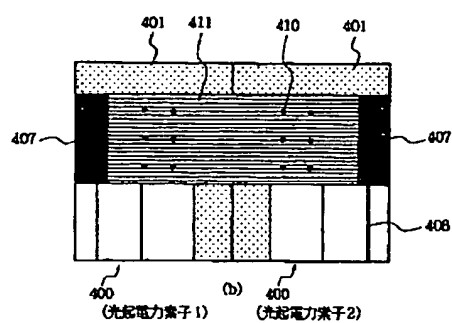
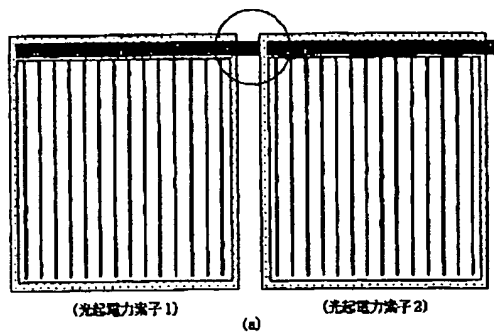
【図20】



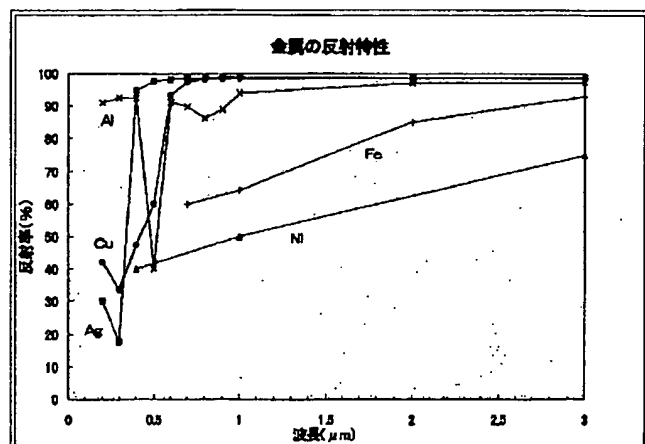
【図8】



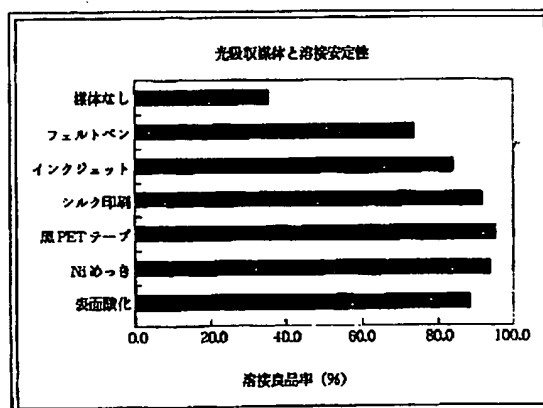
【図10】



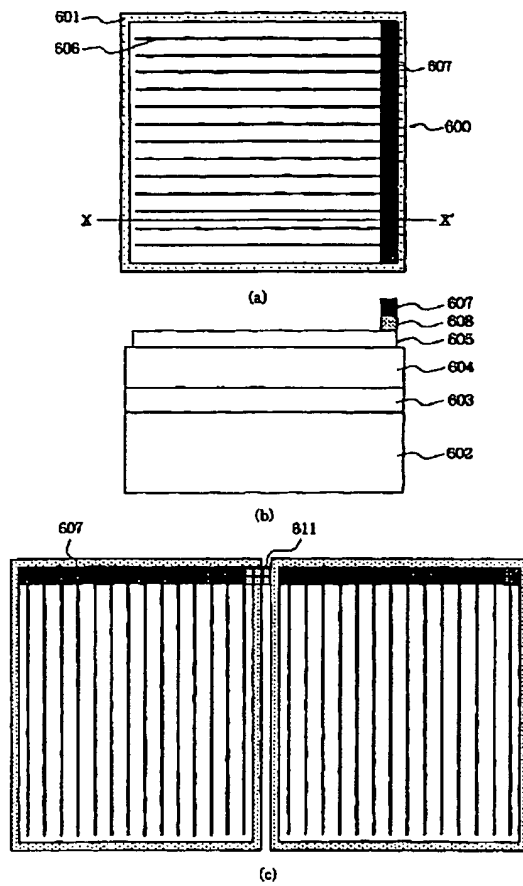
【図13】



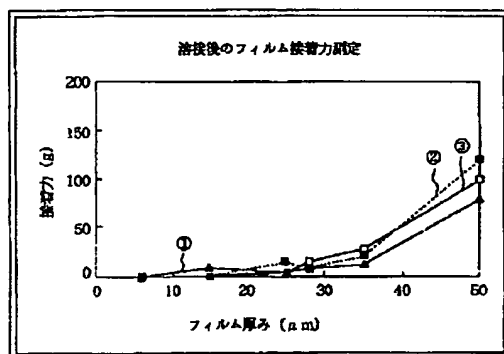
【図15】



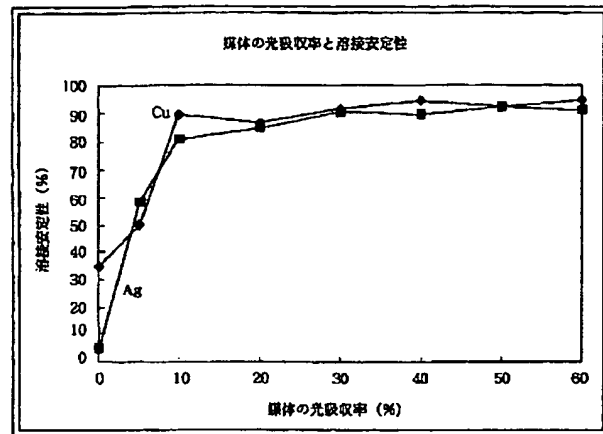
【図11】



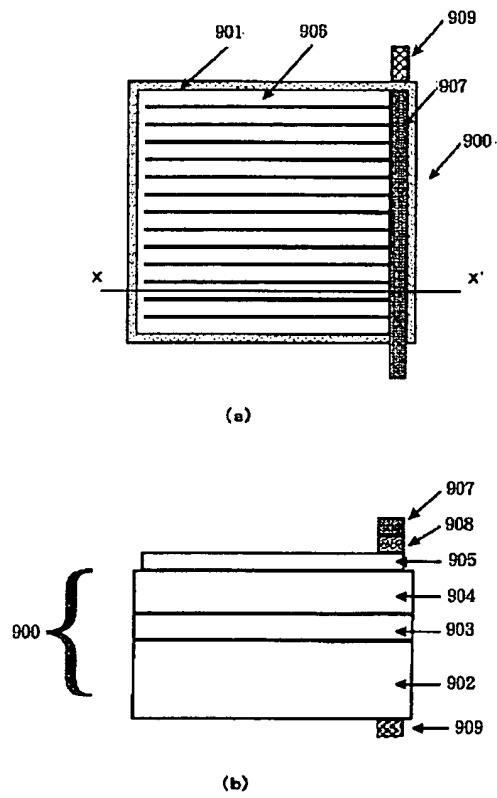
【図16】



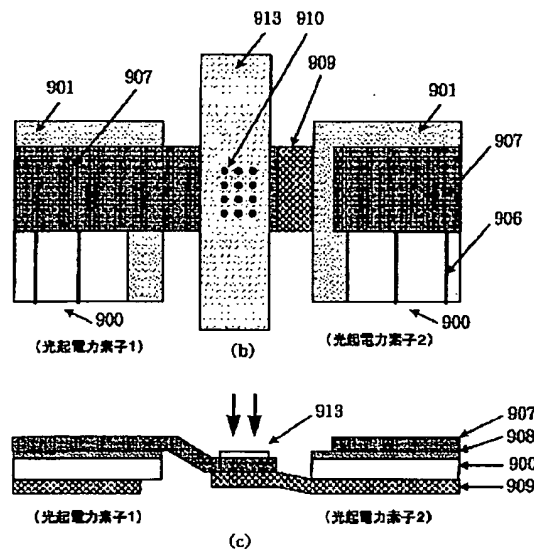
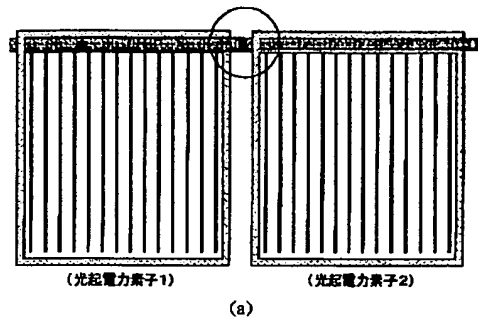
【図14】



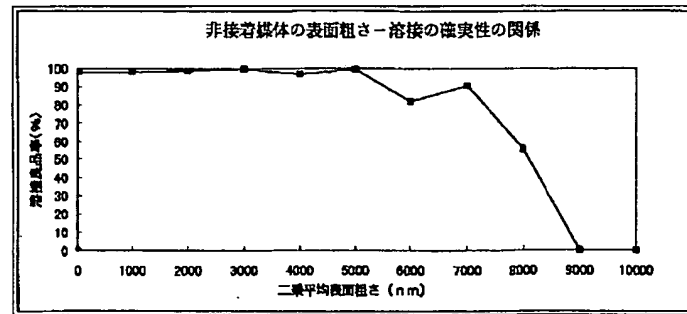
【図18】



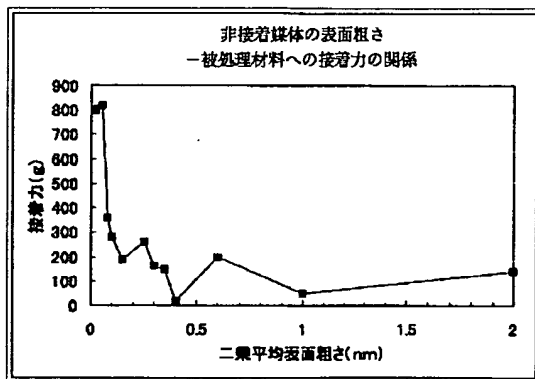
【図19】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(72)発明者 都築 幸司  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 清水 孝一  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内



(72)発明者 村上 勉  
東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 里井 庸修  
東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ  
ノン株式会社内  
(72)発明者 笠井 省三  
東京都大田区下丸子 3 丁目 30 番 2 号 キヤ  
ノン株式会社内